

PCT/JP 2004/017934

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

08.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 3月12日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-069866  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2004-069866]

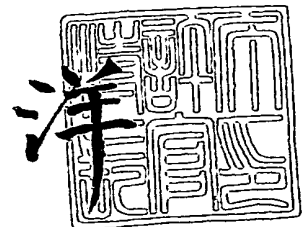
出願人 有限会社ボンドテック  
Applicant(s):



2005年 1月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3123279

|           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 【書類名】     | 特許願                         |
| 【整理番号】    | SG001-017                   |
| 【あて先】     | 特許庁長官殿                      |
| 【発明者】     |                             |
| 【住所又は居所】  | 大阪府堺市深井沢町 2 7 9 - 1 - 5 1 0 |
| 【氏名】      | 岡田 益明                       |
| 【特許出願人】   |                             |
| 【識別番号】    | 303053529                   |
| 【氏名又は名称】  | 岡田 益明                       |
| 【手数料の表示】  |                             |
| 【予納台帳番号】  | 232715                      |
| 【納付金額】    | 21,000円                     |
| 【提出物件の目録】 |                             |
| 【物件名】     | 特許請求の範囲 1                   |
| 【物件名】     | 明細書 1                       |
| 【物件名】     | 図面 1                        |
| 【物件名】     | 要約書 1                       |

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数の被接合物の接合表面をプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、300℃以内で固層で接合する接合方法において、被接合物表面を減圧プラズマにて洗浄する洗浄工程後、大気圧プラズマにて化学処理を行う化学処理工程を行う方法。

**【請求項 2】**

前記化学処理工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記化学処理工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記被接合物がお互いに密着し合う面形状をし、接合表面に0.2μm以上のパーティクルが1つ以上乗っている状態で、前記減圧中での接合時に超音波振動を印加して300Mpa以下の加圧力で接合する請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記被接合物がウェハーからなる請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記化学処理工程後、接合前に大気圧下の水分子または水素を含んだガスに暴露する吸着工程を行った後、接合する請求項 1～5 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 7】**

被接合物がSi、SiO<sub>2</sub>、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記減圧プラズマと大気圧プラズマの反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する請求項 1～6 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 8】**

前記プラズマ反応ガスを減圧プラズマと大気圧プラズマで異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する請求項 1～7 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 9】**

被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記減圧プラズマでの反応ガスが酸素を含んだ反応ガスを用い、大気圧プラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスを使用する請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記接合時の加熱温度が100℃以下で固層で接合する請求項 1～9 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 11】**

前記接合時に両被接合物間に電圧を印加し、加熱下で固層で接合する請求項 1～10 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 12】**

請求項 1～11 の方法で作られた半導体デバイス。

**【請求項 13】**

請求項 1～11 の方法で作られたMEMSデバイス。

**【請求項 14】**

複数の被接合物の接合表面をプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、300℃以内で固層で接合する接合装置において、減圧可能な真空チャンバーと被接合物を保持する電極と減圧プラズマ処理手段と大気圧プラズマ処理手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて洗浄する洗浄工程後、大気圧プラズマにて化学処理を行う化学処理工程を行う接合装置。

**【請求項 15】**

前記化学処理工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する請求項 1

4 に記載の接合装置。

【請求項 16】

前記化学処理工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する請求項 14 に記載の接合装置。

【請求項 17】

前記被接合物がお互いに密着し合う面形状をし、接合表面に  $0.2\mu\text{m}$  以上のパーティクルが 1 つ以上乗っている状態で、前記減圧中での接合時に超音波振動を印加して  $300\text{Mpa}$  以下の加圧力で接合する請求項 16 に記載の接合装置。

【請求項 18】

前記被接合物がウエハーからなる請求項 17 に記載の接合装置。

【請求項 19】

前記化学処理工程後、接合前に大気圧下の水分子または水素を含んだガスに暴露する吸着工程を行った後、接合する請求項 14 ～ 18 のいずれかに記載の接合装置。

【請求項 20】

被接合物が Si、 $\text{SiO}_2$ 、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記減圧プラズマと大気圧プラズマの反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する請求項 14 ～ 19 のいずれかに記載の接合装置。

【請求項 21】

前記プラズマ反応ガスを減圧プラズマと大気圧プラズマで異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する請求項 14 ～ 20 のいずれかに記載の接合装置。

【請求項 22】

被接合物が Si、ガラス、酸化物であり、前記減圧プラズマでの反応ガスが酸素を含んだ反応ガスを用い、大気圧プラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスを使用する請求項 21 に記載の接合装置。

【請求項 23】

前記接合時の加熱温度が  $100^\circ\text{C}$  以下で固層で接合する請求項 14 ～ 22 のいずれかに記載の接合装置。

【請求項 24】

両被接合物間に電圧印加手段を備え、前記接合時に両被接合物間に電圧を印加し、加熱下で固層で接合する請求項 14 ～ 23 のいずれかに記載の接合装置。

【請求項 25】

被接合物が半導体デバイスである請求項 14 ～ 24 に記載の接合装置。

【請求項 26】

被接合物が MEMS デバイスである請求項 14 ～ 24 に記載の接合装置。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】プラズマ接合方法及び装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被接合物をプラズマ処理して接合する方法及び接合装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

複数の被接合物の接合表面をプラズマ処理し、表面活性化し、接合面同士を密着させ、固層で接合する接合方法において、従来、特許文献3に示すようにSiとガラス、 $\text{SiO}_2$  または $\text{SiO}_2$  同士のウエハー接合において、酸素プラズマを使用してOH基により表面活性化させ、親水化処理し、水素結合させ、加熱により強固に接合させる方法が知られている。

## 【0003】

また、特許文献1に示す方法では金属同士をArイオンビームによりエッチングし、表面活性化させた状態で常温で接合する例が示されている。しかし、この方法では、表面の有機物や酸化膜を除去して金属の電気的活性化された面を作りだし原子間力により接合するため、半導体であるSi、セラミックスや特に酸化物であるガラスや $\text{SiO}_2$  は強固に接合できない。

## 【0004】

また、特許文献2に示すように被接合物を対向配置し、プラズマ処理した場合には、必ずどちらかの被接合物側がプラズマ電極となり、反応ガスイオンが加速されて衝突するため、有機物層を取り除く物理的なエッチングには適するがOH基などの化学処理には強すぎて向かない。

## 【0005】

また、大気圧プラズマを使用する方法が考えられるが、大気であるためイオンの加速が行われなため、エッチング力は弱く、化学処理で表面活性化することはできるが、初期にある有機物層などを物理的なエッチングにより洗浄除去することができないため、有機物層を含んだ接合となり、強度が弱い。

## 【0006】

【特許文献1】特開昭54-124853

【特許文献2】特開2003-318217

【特許文献3】特開平3-91227

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

被接合物表面にOH基などにより表面活性化し、両接合面を密着させ接合する方法において、特許文献3に示す従来方式では表面の洗浄は酸素プラズマにて親水化処理し、大気中でウエハー同士を張り合わせるにより水素結合されるが、プラズマ処理が通常の方法では強すぎ、OH基を接合表面にきれいに並べることができず、ぬけや欠けが生じてしまう。また、被接合物表面を荒らしてしまい隙間となって接合できない部分も生じてしまう。そのため、図5に示すように強度は3MPaと弱い。加熱しても100℃程度では4MPa程度にしか上がらず、350℃という高温で強度をアップさせている。従来の方法では強固に接合させるためには高温加熱がどうしても必要となり、異種材料間での熱膨張差によるひずみや高温に耐えられないデバイスなどの接合には課題があった。図5に示す引っ張り強度は、測定方法により値に違いが出るが、ここでは、9MPaを十分な強度、8MPaを使用可能なレベルとする。

## 【0008】

また、大気圧プラズマを使用する方法では、大気であるためイオンの加速が行われなため、エッチング力は弱く、付着層をつけることはできるが、初期にある有機物層などをエッチングにより洗浄除去することができないため、有機物層を含んだ接合となり、強度

が弱くなる。

#### 【0009】

また、特許文献1に示す方法では金属同士は常温で接合できるが、半導体であるSi、セラミックや特に酸化物であるガラスや $SiO_2$ は強固に接合できない。また、特許文献2に示すように被接合物を対向配置し、プラズマ処理した場合には、必ずどちらかの被接合物側がプラズマ電極となり、反応ガスイオンが加速されて衝突するため、有機物層を取り除く物理的エッチングには適するがOH基などの化学処理による表面活性化には強すぎて向かない。以上のように洗浄と吸着の双方を満足する方法は無い。

#### 【0010】

また、お互いに密着し合う面形状をした複数の被接合物の接合表面には小さなゴミとなるパーティクルが存在し、特許文献1、2、3の方法においては、低温で固層のまま接合するとパーティクル周辺に隙間ができ、大きくボイドとなって接合されない。特にウエハー同士の張り合わせにおいて、通常のウエハーには $0.2\mu m$ 以上のパーティクルが10個以上存在する。これは既製品のカタログにもうたわれている値である。そのため、実際にウエハー同士を低温固層で接合すると10mm程度の大きさのボイドが数カ所に残ってしまう。これを除去するには、並大抵の洗浄方法では無理があるのと、洗浄後にウエハーをハンドリングする時点でパーティクルが付着してしまうため、実質無理である。

#### 【0011】

そこで本発明は上記のごとき事情に鑑みてなされたものであって、減圧プラズマ処理後に大気圧プラズマにて処理することにより、エッチングによる物理処理能力の高いプラズマ処理により接合表面の不純物を除去した後、化学処理の強いプラズマ処理にて化学処理する方法及び接合装置を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

上記課題を解決するための本発明に係る接合方法及び接合装置双方の手段を一括して以降に説明する。上記課題を解決するために本発明に係る接合方法及び接合装置は、複数の被接合物の接合表面をプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、 $300^{\circ}C$ 以内で固層で接合する接合方法において、被接合物表面を減圧プラズマにて洗浄する洗浄工程後、大気圧プラズマにて化学処理を行う化学処理工程を行う方法からなる。また、複数の被接合物の接合表面をプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、 $300^{\circ}C$ 以内で固層で接合する接合装置において、減圧可能な真空チャンバーと被接合物を保持する電極と減圧プラズマ処理手段と大気圧プラズマ処理手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて洗浄する洗浄工程後、大気圧プラズマにて化学処理を行う化学処理工程を行う接合装置からなる。プラズマ処理による洗浄工程とプラズマ処理による化学処理を減圧プラズマと大気圧プラズマに分けることにより、減圧プラズマ処理においては物理処理により不純物を除去し、化学処理により表面にOH基を付けて並べたり、窒素などの置換が行われるが、せっかく表面に化学処理されたものがエッチング力が強いので除去され、表面を均一に化学処理することは難しい。そこで減圧プラズマ処理後に大気圧プラズマ処理を行うことにより、大気圧プラズマでは、真空中のようにイオンが電界により加速できないのでエッチング力は弱く、加速されないイオンやラジカルは多く存在するので化学反応は促進され接合表面は均一に化学処理を行い、表面活性化処理を行うことができる。そのため低温で接合強度を増すことができる。低温とは、従来方法では $350^{\circ}C$ 必要であり、それ以下である $300^{\circ}C$ 以下で接合できるので好ましい。また、前記接合温度が $200^{\circ}C$ 以下である方法及び接合装置からなる。図5に示すように $200^{\circ}C$ での接合が可能であり、より好ましい。

#### 【0013】

また、前記化学処理工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する方法及び接合装置からなる。プラズマ処理後半にてエッチング力を弱めることにより化学反応は促進され接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができる。既に接合表面にはOH基や窒素置換などの化学処理が施されているので大気中でも接合することができる。

## 【0014】

また、前記化学処理工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する方法及び接合装置からなる。一旦大気圧に戻して吸着層を付けたとしても、真空チャンバー中で減圧して両被接合物を密着させ接合させることにより、空気を接合界面に巻き込むことなくボイドレスで接合させることができるので好ましい。

## 【0015】

また、前記被接合物がお互いに密着し合う面形状をし、接合表面に $0.2\mu\text{m}$ 以上のパーティクルが1つ以上乗っている状態で、前記減圧中での接合時に超音波振動を印加して $300\text{Mpa}$ 以下の加圧力で接合する方法及び接合装置からなる。また、前記被接合物がウエハーからなる方法及び接合装置からなる。ここで言う超音波振動とは特に周波数が超音波領域でない、また、それ以下のものも含み、接合に寄与する振動を意味する。お互いに密着し合う面形状をした複数の被接合物の接合表面には小さなゴミとなるパーティクルが存在し、低温で固層のまま接合するとパーティクル周辺に隙間ができ、大きくボイドとなっており接合されない。これを除去するには接合時に超音波を印加することで、パーティクル部に応力が集中するため碎けるか、基材内に埋没させることができる。真空中であるので、パーティクルさえ無くせばボイドを消滅させて好きものを接合させることができる。超音波では面同士は接合できないが、接合力は表面活性化によって接合されるので超音波は、パーティクルを粉碎及び／又は埋没させるために使用する。また、従来の表面活性化接合に比べ接合荷重も半分以下である $100\sim 150\text{MPa}$ 程度と実用可能なレベルへと低下できる。また、従来実質接合が難しかったNiなど固い金属においても接合が可能となる。接合加重を落とせる例として金バンプを特許文献1に示すような常温接合する場合と超音波接合する場合のデータを表1に示す。金の金属突起を接合する場合、表1に示すように常温では $300\text{Mpa}$ 程度の高加圧力で押しつぶさないと接合できないことになる。この金バンプが半導体回路面上にある場合は、一般的に $200\text{Mpa}$ 以上では回路によってはダメージを与えてしまう。表1の条件としては、半導体チップに金属突起となる $50\mu\text{m}$ 角で高さ $20\mu\text{m}$ 、バンプの高さばらつきが $1\mu\text{m}$ の金バンプを使用した半導体チップを金薄膜基板上へ超音波接合した場合と常温接合した場合のデータである。常温接合の場合は、 $80\text{g/bump}$ で始めて接合可能となったが、超音波を印加した場合には $40\text{g/bump}$ 以上の荷重で接合が可能であった。よってバンプつぶれ代として $1\mu\text{m}$ 以上のバンプを押しつぶすことが必要であることが分かる。

## 【0016】

【表1】

荷重によるバンプつぶれ高さの超音波印加有り無し比較 ( $\mu\text{m}$ )

|       | 20g/bump | 40g/bump | 60g/bump | 80g/bump |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 常温接合  | 0.10     | 0.25     | 0.60     | 1.15     |
| 超音波接合 | 0.40     | 1.20     | 3.00     | 5.50     |

また、前記被接合物がウエハーからなる方法及び接合装置からなる。特にウエハー同士の張り合わせにおいて、通常のウエハーには $0.2\mu\text{m}$ 以上のパーティクルが10個以上存在し、これは既製品のカタログにもうたわれている値である。そのため、実際にウエハー同士を低温固層で接合すると $10\text{mm}$ 程度の大きさのボイドが数カ所に残ってしまうので本方式は特に有効である。

## 【0017】

また、前記超音波振動ヘッドが縦振動タイプであり、振動子がホーンの上部に位置する構造である方法及び接合装置からなる。ウエハーのような大面積を面接合させるために超音波振動を印加する方法として、横振動も考えられるが面でコスリあわせることはかなりエネルギーが必要となる。今回接合は表面活性化力により行うため、超音波は加重低下やパーティクルの粉碎、埋没にさえ貢献できればいい。しかし、横振動では同時に接合されたい面部分も含めて振動させることは不可能である。そのため縦振動を使用すれば接合できなくとも小さなエネルギーで他の面部分がたとえ接合されていても、加重低下やパー

ティクルの粉碎、埋没には効果があり、有効である。

#### 【0018】

また、前記化学処理工程後、接合工程前に大気圧下の水分子または水素を含んだガスに暴露する吸着工程後、接合する方法及び接合装置からなる。洗浄工程の後、大気圧下の水分子または水素を含んだガス中に暴露することにより、接合表面は、水分子や水素が少ない減圧プラズマ中と比べ、容易に水分子や水素を吸着してOH基を並べ、水素結合し易くなる。

#### 【0019】

また、被接合物がSi、SiO<sup>2</sup>、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記減圧プラズマと大気圧プラズマの反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する方法及び接合装置からなる。Si、SiO<sup>2</sup>、ガラス、セラミック、酸化物などは、反応ガスに酸素を用いて減圧プラズマにて洗浄した後、大気圧プラズマにてエッチング力を落として化学反応を促進することにより、接合表面にOH基を付けて並べることが容易にできる。OH基が吸着できれば両接合面を密着させれば水素結合により接合される。

#### 【0020】

また、前記プラズマ反応ガスを減圧プラズマと大気圧プラズマで異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する方法及び接合装置からなる。減圧プラズマと大気圧プラズマで異なるガスまたは異なる配合ガスを使用することにより物理処理に優位なガスと化学処理に優位なガスを使用することができ好ましい。例えば、減圧プラズマにはArガスをを用い、大気圧プラズマには酸素ガスをを用いることで効率よいプラズマ処理が可能となる。また、減圧プラズマには酸素ガスをを用い、大気圧プラズマに窒素ガスをを用いることもできる。また、単に異なるガスを使用しなくとも、Arと酸素の混合ガスを使用し、前半ではArを多めに後半では酸素を多めに配合すれば良い。また、酸素と窒素の混合ガスを使用した場合、前半では酸素を多めに後半では窒素を多めに配合すれば良い。

#### 【0021】

また、被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記減圧プラズマでの反応ガスが酸素を含んだ反応ガスをを用い、大気圧プラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスを使用する方法及び接合装置からなる。大気圧プラズマによるエッチング力を弱めた化学処理において、窒素を含むガスを使用することにより、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。また、プラズマ処理前半においても幾分OH基は付着しているので、エッチング力を弱めた化学処理時にOH基とNとの置換が行われる。化学処理とは置換も含む処理を意味する。そのことにより接合時に界面にSi、O、Nの化合物が生成され、常温から100℃においても強固な接合が可能となる。本方式においても図5と同様な良好な結果が得られた。

#### 【0022】

また、前記接合時の加熱温度が100℃以下で固層で接合する方法及び接合装置からなる。また、前記接合時の加熱温度が常温で固層で接合する方法及び接合装置からなる。水分子を除きOH基のみを効率良く配列させれば、100℃以下で接合させることが可能となる。また、窒素を含んだ反応ガスでプラズマ処理後半に化学処理すれば常温でも接合が可能となり好ましい。

#### 【0023】

また、両被接合物間に電圧印加手段を備え、接合時に両被接合物間に電圧を印加し、加熱下で固層で接合する方法及び接合装置からなる。500～700Vの電圧を両被接合物間に印加することで水分子は効率良く排出され、加熱のみの場合に比べ低温でも強固な接合が可能となる。また、前記被接合物の少なくとも一方が電圧によりイオンに分解する材料が含まれたSi、SiO<sup>2</sup>、ガラス、セラミックである場合は、静電力も助けとなってより効率よく水分子を排出できる。

#### 【0024】

また、請求項1～9の方法で作られた半導体デバイスからなる。低温での接合が可能となり、イオン注入後、高温加熱するとイオンが抜けてしまうため、熱に弱い半導体デバイ



スには好適な方法である。

#### 【0025】

また、請求項1～9の方法で作られたMEMSデバイスからなる。異種材料を重ね合わせるMEMSデバイスでは従来接合時の高温加熱によりひずみが生じ、一方がアクチュエータの場合は動作に不良が起こる。しかし、本方式においては低温で接合できるため、熱によるひずみが押さえられ好適である。また、圧力センサーなどでは、従来ガラスとSiによる接合であったため、接合時の高温加熱によるひずみがデバイスの信頼性に影響を与えていた。本方式においては低温で接合できるため、ひずみなく信頼性の高いMEMSデバイスを作ることができ好適である。

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

減圧プラズマにて不純物を洗浄除去した後に、大気圧プラズマ処理にてエッチング力を弱めることにより化学反応は促進され接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができる。そうすることにより、低温で強固な接合が可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0027】

以下に本発明の望ましい実施の形態について、図面を参照して説明する。図1に本発明の一実施形態に係るウエハー接合装置を示す。この実施形態では、被接合物であるウエハーを上下に対向して保持させた状態でチャンバーを閉じ、真空内で酸素プラズマにより処理後、チャンバー壁を開けて大気圧プラズマノズルを挿入し、大気圧プラズマ処理し、接合させ、場合によっては加熱により強度アップさせる装置である。装置構成は、上ウエハー7を保持し、Z軸1により昇降制御と加圧制御を行うヘッド部と、下ウエハー8を保持し、場合によってはウエハーをアライメントするステージ部に分けられる。Z軸1には圧力検出手段が組み込まれ、Z軸サーボモータのトルク制御へフィードバックすることで加圧制御を行う。別途アクチュエータにより昇降可能なチャンバー壁3が下降し、チャンバー台10に固定パッキン5を介して接地した状態で真空に引き、反応ガスを導入してプラズマ処理を行い、ヘッド部が下降して両ウエハーを接合する構成となっている。また、場合によっては上部電極6、下部電極7は加熱ヒーターも備えており、接合時に加熱することもできる。また、チャンバー壁を開けた時には、大気圧プラズマノズルを挿入して上下のウエハーに大気圧プラズマ処理することができる。また、ノズルを上下2つ設ければ同時に上下の処理を行うことができ、効率的である。

#### 【0028】

図2に示すように動作を順を追って説明すると、[1]のようにチャンバー壁3が上昇した状態で上ウエハー7を上部電極6に保持させる。保持させる方法はメカニカルなチャッキング方式もあるが、静電チャック方式が望ましい。続いて下ウエハー8を下部電極9に保持させる。続いて[2]に示すようにチャンバー壁3を下降させ、チャンバー台10に固定パッキン5を介して接地させる。チャンバー壁3はシュウドウパッキン4により大気と遮断されているので、吸入バルブ13を閉止した状態で排出バルブ14を空け、真空ポンプ15により真空引きを行うことでチャンバー内の真空度を高めることができる。次に[3]に示すようにチャンバー内を反応ガスで満たす。真空ポンプ15は動作させながら排出バルブ14の排出量と吸入バルブ13でのガス吸入量をコントロールすることである一定の真空度に保ちながら反応ガスで満たすことが可能である。[4][5]に示すように、本方式では、まず酸素ガスを充填させ、 $10^{-2}$  Torr程度の真空度で下部電極9に交番電源プラズマ電圧を印加することでプラズマを発生させ、下部ウエハー8表面を酸素プラズマによりエッチングされ洗浄する。続いて、上部電極6に同様な交番電源を印加することで上部ウエハーを酸素プラズマによりエッチングされ洗浄する。

#### 【0029】

次に[6]に示すようにチャンバー壁を開けて、大気圧プラズマノズル29を挿入して下のウエハーに大気圧プラズマにより化学処理する。

#### 【0030】

次に場合によっては、水分を含んだガスを供給し、表面を親水化処理する。続いて[7]に示すように、チャンバー壁を閉めて減圧し、[8]に示すように、真空中でチャンバー壁3とシュウドウパッキン4で接しながらピストン型ヘッド2がZ軸1により下降され、両ウエハーを真空中で接触させ、水素結合力により接合させる。チャンバー内はチャンバー壁3とピストン型ヘッド2との間のシュウドウパッキン4により外部雰囲気と遮断され、真空に保持された状態でピストン型ヘッド部が下降することができる。また、場合によっては同時に両電極に仕込まれたヒータにより100℃から200℃に加熱し、強度アップを行う。その後、[9]に示すようにチャンバー内に大気を供給し大気圧に戻して、ヘッド部を上昇させ、接合された両ウエハーを取り出す。

#### 【0031】

場合によっては、接合に際し、両ウエハーの位置をアライメントした後、接合する場合もある。図3に真空引きする前にアライメントする方法を示す。上ウエハー7にはアライメント用の上マーク23が2箇所につけられ、下ウエハー8にはアライメント用の下マーク24が同様な位置2箇所に付けられている。両ウエハーの間に2視野認識手段25を挿入し、上下のマーク位置を認識手段で読み取る。2視野の認識手段25は上下のマーク像をプリズム26により分岐し、上マーク認識手段27と下マーク認識手段28に分離して読み取る。2視野認識手段25はXY軸と場合によってはZ軸を持ったテーブルで移動され、任意の位置のマークを読み取ることができる。その後、アライメントテーブル20により下ウエハー8の位置を上ウエハー7の位置に補正移動させる。移動後、再度2視野認識手段25を挿入して繰り返して補正し、精度を上げることも可能である。

#### 【0032】

図4に真空引きした後の接合する前にでもアライメントできる方法を示す。上ウエハー7にはアライメント用の上マーク23が2箇所につけられ、下ウエハー8にはアライメント用の下マーク24が2箇所に付けられている。上下マークは重なっても同視野で認識できるような形状となっている。プラズマ処理後の両ウエハーを近接させ、マーク読みとり用透過部19とガラス窓21を透過してIR認識手段22により下ウエハーを透過して金属属でつけられた上下のアライメントマークを同時に認識して位置を読み取る。焦点深度が合わない場合は、IR認識手段22を上下移動させて読み取る場合もある。IR認識手段22はXY軸と場合によってはZ軸を持ったテーブルで移動され任意の位置のマークを読み取ることができるようにしても良い。その後、アライメントテーブル20により下ウエハー8の位置を上ウエハー7の位置に補正移動させる。移動後、再度IR認識手段22により繰り返して補正し、精度を上げることも可能である。

#### 【0033】

大気圧プラズマ処理後、 $H^2O$ またはH、OH基を含むガスに置換した後接合する方法として、水分を含有したガスが容易であるが、 $H^2O$ 分子ビーム、水素ガスなども用いることができる。

#### 【0034】

減圧プラズマ処理する方法として交番電極面のウエハーを洗浄するのが効率上好ましいが、均一性やダメージ軽減から電極をウエハー以外の場所に設置しウエハーを洗浄する場合もある。

#### 【0035】

IR認識手段にてマークを読み取る構成において、マーク読みとり用透過部19やガラス窓21、アライメントテーブル間の空間などにおけるIR光源の通り道は、空間やガラスに限らず、IR光を透過する材質で構成されてあれば良い。また、反射光のみならずIR（赤外）認識手段の反対側に光源を用いて透過光としても良い。

#### 【0036】

また、少なくとも一方の被接合物保持手段の表面に弾性材を配し、前記接合時に弾性材を介して両被接合物を加圧することで平行度をならわせ、また、薄い被接合物であれば平坦度もならわせることができる。

#### 【0037】

また、ステージ及び／又はヘッドに被接合物保持手段が球面軸受けで保持され、前記接合時または接合前に被接合物同士を接触加圧して少なくとも一方の被接合物に他方の傾きを合わせることができる構造とすることで、平行度をならわして接合することができる。

#### 【0038】

また、プラズマ処理により表面活性化して接合させるため、図5に示すように接合時の加熱温度を従来のSi同士を350℃以上加熱して接合する方法から200℃以下に落とすことが可能となる。また、錫鉛ハンダの熔融温度である183℃以下である180℃以下で固層接合することができる。また、100℃以下、また常温でも可能でありより好ましい。

#### 【0039】

また、被接合物がSi、SiO<sub>2</sub>、ガラス、セラミックである場合には酸素プラズマで洗浄、吸着とも処理した場合は、接合表面を親水化処理し、水素結合により接合した後、200℃程度の低温で1時間程度加熱することで水分子を放出させ、強固な共晶結合へと変換させることができる。また、500V程度の高電圧を両被接合物間を接触させた状態で印加することで水分子を効率良く除去することができる。

#### 【0040】

また、上記方法で低温で接合できるので熱に弱い半導体や熱ひずみを嫌うMEMSデバイスには好ましい。また、低温での接合が可能となり、イオン注入後、高温加熱するとイオンが抜けてしまうため、熱に弱い半導体デバイスには好適な方法である。

#### 【0041】

(第2の実施例) 第1の実施例では酸素プラズマを使用したOH基による水素結合による接合を上げたが、第4の実施例として、前記反応ガスが酸素と窒素を含んだ混合ガスからなり、化合物を生成して接合する方法を示す。減圧プラズマでの酸素反応ガスに加え、大気圧プラズマにて窒素を含むガスを使用することにより、エッチング力を弱めた化学処理において、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。また、減圧プラズマ処理においても幾分OH基は付着しているので、エッチング力を弱めた化学処理時にOH基とNとの置換が行われる。そのことにより接合時に界面にSi、O、Nの化合物が生成され、100℃以下、または常温においても強固な接合が可能となる。図5に酸素反応ガスのみの場合と酸素と窒素を含んだ反応ガスの場合の比較を示す。酸素のみの場合は、200℃程度加熱しないと強固な接合にはならないが、酸素と窒素が混合されたものでは、100℃以下、または常温でも強固な接合が可能となる。

#### 【0042】

(第3の実施例) 第1の実施例では酸素プラズマを使用したOH基による水素結合による接合を上げたが、第5の実施例として、被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスを大気圧プラズマ処理に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する方法からなる方法を示す。大気圧プラズマ処理に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用することにより化学処理に優位なガスを使用することができ好ましい。例えば、前半に酸素ガスをを用い、後半に窒素ガスをを用いることもできる。また、単に異なるガスを使用しなくとも、酸素と窒素の混合ガスを使用し、減圧プラズマでは酸素を多めに大気圧プラズマでは窒素を多めに配合すれば良い。前記減圧プラズマ処理時の反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスをを用い、エッチング力を弱めた大気圧プラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスに切り変える。エッチング力を弱めた化学処理において、窒素を含むガスを使用することにより、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。また、減圧プラズマ処理においても幾分OH基は付着しているので、大気圧プラズマによるエッチング力を弱めた化学処理時にOH基とNとの置換が行われる。そのことにより接合時に界面にSi、O、Nの化合物が生成され、常温においても強固な接合が可能となる。本方式においても図5と同様な良好な結果が得られた。

#### 【0043】

また、第1から第3の実施例において、接合時に超音波振動を併用する場合には、ヘッド7はホーン保持部、ホーン、振動子から構成され、振動子による振動がホーンに伝達さ

れ、超音波振動をホーンが保持する被接合物へ伝達する。ホーン保持部はホーンや振動子の振動を殺さないように保持する手段からなる。この時の伝達率はホーンと被接合物の摩擦係数と圧力で決まるため、接合が進むにつれ接合面積に比例して加圧力を制御してやることが好ましい。また、ウエハーのような大面積を接合する場合は、横振動タイプの超音波ヘッドでは横振動させるには接合面積が大きくては不可能であるが、縦振動タイプの超音波ヘッドであれば、大面積な面接合も可能となる。また、超音波振動と呼ぶが振動周波数は特に超音波の領域でなくとも良い。特に縦振動タイプにおいては、低周波でも十分効力を発揮する。超音波振動を併用することで接合圧力を低下し、接合表面にパーティクルがあってもボイド無く接合が可能となる。

#### 【0044】

また、第1から第3の実施例において、前記実施例では被接合物としてウエハーを上げたが、チップと基板であっても良い。被接合物はウエハーやチップ、基板に限らずいかなる形態のものでも良い。

#### 【0045】

また、第1から第3の実施例において、被接合物の保持手段としては静電チャック方式が望ましいが、メカニカルにチャッキングする方式でも良い。また、大気中でまず真空吸着保持させておいて密着させた後、メカニカルチャックする方法が密着性が上がり好ましい。

#### 【0046】

また、第1から第3の実施例において、アライメント移動手段、昇降軸、スライド軸はヘッド側、ステージ側にどのように組み合わせられても良く、また、重複しても良い。また、ヘッド及びステージを上下に配置しなくとも左右配置や斜めなど特に配置方向に依存しない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0047】

【図1】 本発明の一実施態様に係る接合装置の概略構成図である。

【図2】 実際の接合課程を示す図である。

【図3】 2視野認識手段を用いた大気中でのアライメント構成図である。

【図4】 I R 認識手段を用いた真空中でのアライメント構成図である。

【図5】 プラズマ処理方法による接合強度比較

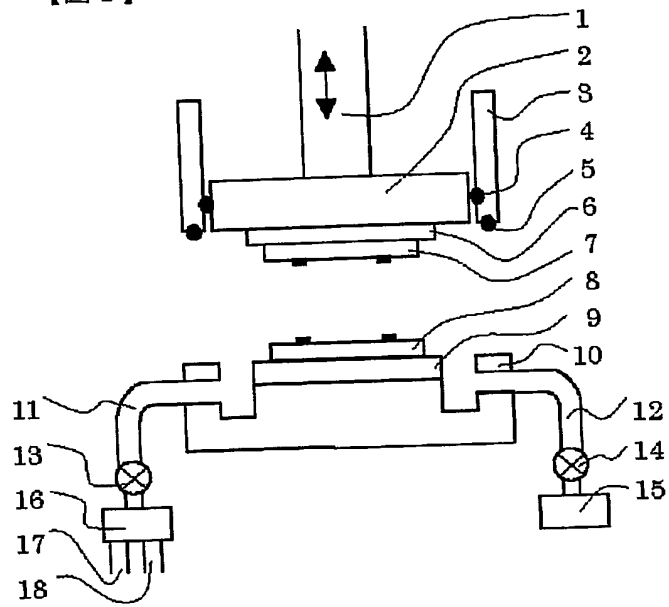
#### 【符号の説明】

#### 【0048】

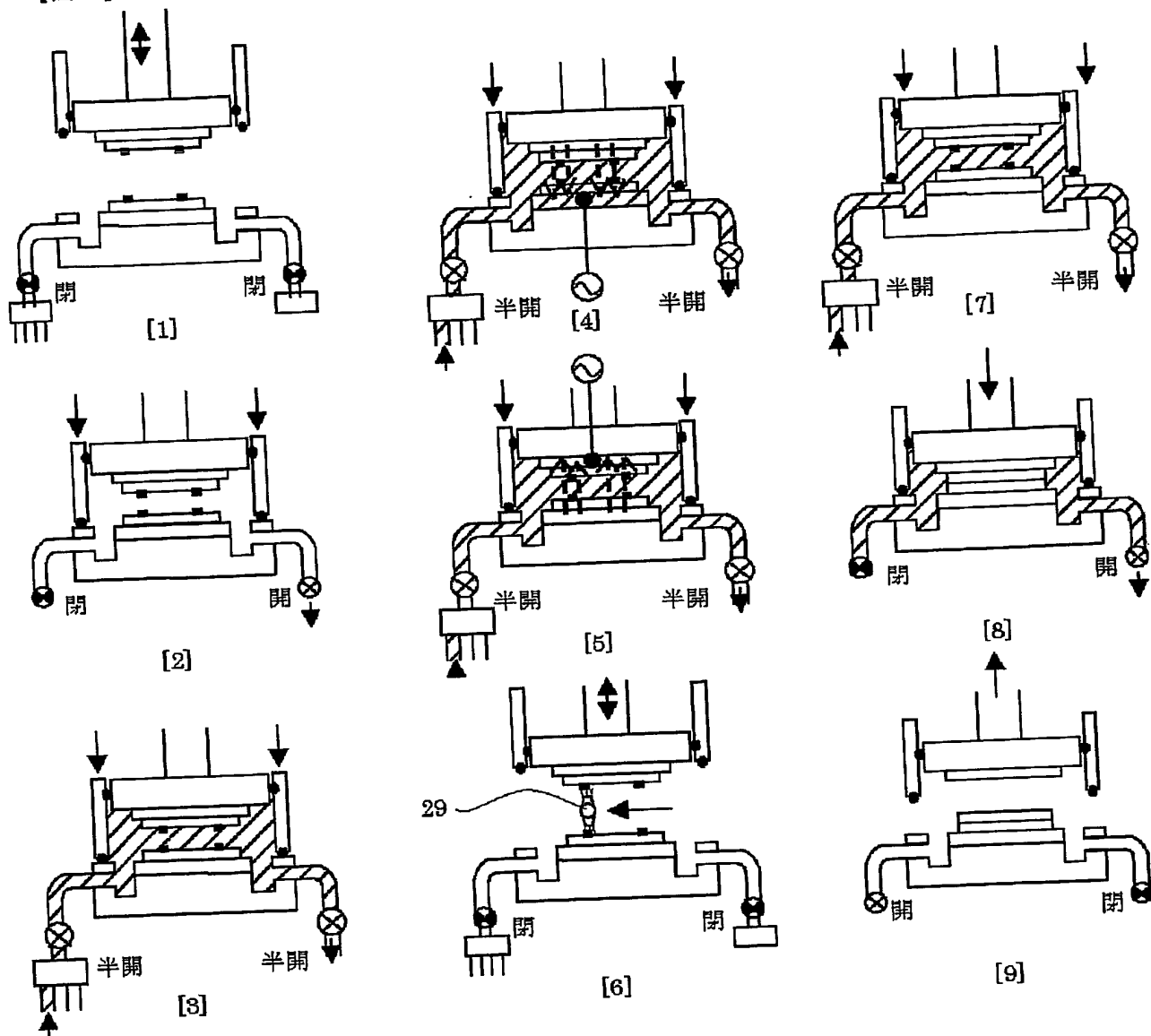
- 1 Z 軸
- 2 ピストン型ヘッド
- 3 チャンバー壁
- 4 シュウドウパッキン
- 5 固定パッキン
- 6 上部電極
- 7 上ウエハー
- 8 下ウエハー
- 9 下部電極
- 10 チャンバー台
- 11 吸入口
- 12 排出口
- 13 吸入バルブ
- 14 排出バルブ
- 15 真空ポンプ
- 16 ガス切替弁
- 17 ガス A
- 18 ガス B

- 19 マーク読みとり用透過部
- 20 アライメントテーブル
- 21 ガラス窓
- 22 IR 認識手段
- 23 上マーク
- 24 下マーク
- 25 2 視野認識手段
- 26 プリズム
- 27 上マーク認識手段
- 28 下マーク認識手段
- 29 大気圧プラズマノズル

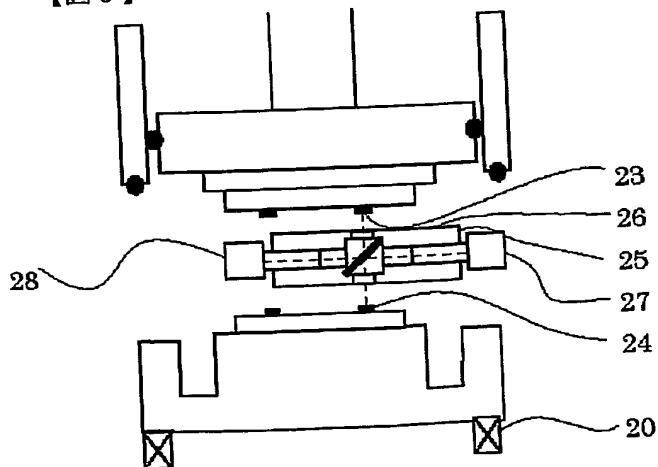
【書類名】 図面  
【図 1】



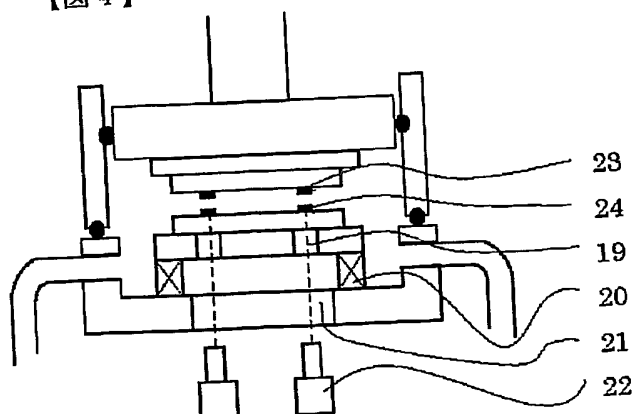
【図 2】



【図 3】

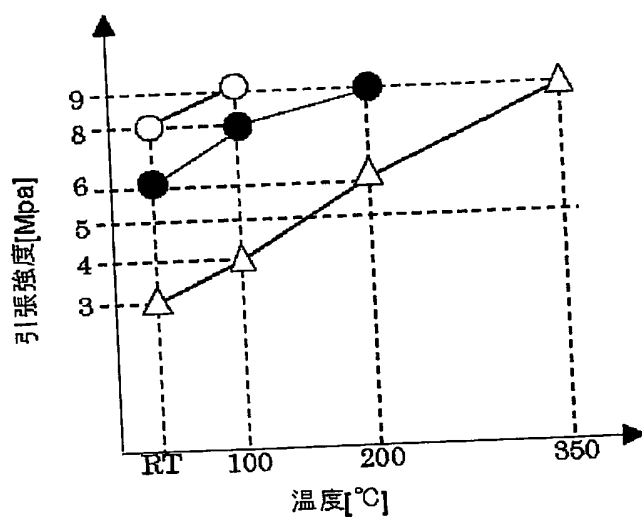


【図 4】



【図 5】

- 減圧プラズマに酸素ガス、大気圧プラズマに窒素ガスを使用  
 ● 減圧プラズマ後、大気圧プラズマ（酸素ガス使用）  
 △ 減圧プラズマのみ（酸素ガス使用）





## 【書類名】要約書

## 【要約】

## 【課題】

複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、200℃以内で固層で接合する接合方法において、従来減圧プラズマでは有機物層を取り除くエッチングには適するがOH基などの吸着層を付けるには強すぎて向かない課題があり、洗浄と吸着の双方を満足する方法は無かった。

## 【解決手段】

減圧プラズマ処理による物理処理後、大気圧プラズマにより化学処理を行うことでエッチング力を弱めて化学処理を促進することにより、接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができ、低温で強固な接合が可能となる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

|         |                |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2004-069866 |
| 受付番号    | 50400406133    |
| 書類名     | 特許願            |
| 担当官     | 第八担当上席 0097    |
| 作成日     | 平成16年 3月22日    |

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成16年 3月12日

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 【書類名】     | 出願人名義変更届                     |
| 【提出日】     | 平成16年 8月30日                  |
| 【あて先】     | 特許庁長官 殿                      |
| 【事件の表示】   |                              |
| 【出願番号】    | 特願2004- 69866                |
| 【承継人】     |                              |
| 【識別番号】    | 304019355                    |
| 【住所又は居所】  | 京都府相楽郡精華町光台 1-7 けいはんなプラザ・ラボ棟 |
| 【氏名又は名称】  | 有限会社ボンドテック                   |
| 【代表者】     | 代表者 桑内 重喜                    |
| 【譲渡人】     |                              |
| 【識別番号】    | 303053529                    |
| 【住所又は居所】  | 大阪府堺市深井沢町 2 7 9-1-510        |
| 【氏名又は名称】  | 岡田 益明                        |
| 【手数料の表示】  |                              |
| 【予納台帳番号】  | 253916                       |
| 【納付金額】    | 4,200円                       |
| 【提出物件の目録】 |                              |
| 【物件名】     | 権利の承継を証明する書面 1               |

【物件名】

権利の承継を証明する書面

【添付書類】



譲渡書

平成16年 8月30日

住所 京都府相楽郡精華町光台1-7

けいはんなプラザ・ラボ棟

譲受人 有限会社 ボンドテック

代表者 桑内重喜 殿



住所 大阪府堺市深井沢町

279-1-510

譲渡人 岡田 益明



下記の発明に関する特許を受ける権利を貴殿に譲渡したことに相違ありません。

記

- 1、 特許出願の番号 特願2004-069866
- 2、 発明の名称 プラズマ接合方法及び装置

以上

認定・付加情報

|         |                |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2004-069866 |
| 受付番号    | 10401650074    |
| 書類名     | 出願人名義変更届       |
| 担当官     | 清野 俊介 6997     |
| 作成日     | 平成17年 1月12日    |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 8月31日

【提出された物件の記事】

【提出物件名】 権利の承継を証明する書面 1

特願 2004-069866

出願人履歴情報

識別番号

[303053529]

1. 変更年月日

2003年 9月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府堺市深井沢町 279-1-510

氏 名

岡田 益明

特願 2004-069866

出願人履歴情報

識別番号

[304019355]

1. 変更年月日

2004年 3月25日

[変更理由]

新規登録

住所

京都府相楽郡精華町光台1-7 けいはんなプラザ・ラボ棟

氏名

有限会社ボンドテック

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017934

International filing date: 02 December 2004 (02.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-069866  
Filing date: 12 March 2004 (12.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse